DIE ARTERIEN DES MENSCHLICHEN HODENS UND NEBENHODENS, IHRE ANASTOMOSEN UND DEREN BEDEUTUNG IN DER CHIRURGIE

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER WÜRDE

EINES

DOCTOR MEDICINAE

DER

UNIVERSITÄT BERN

VORGELEGT VON

OTTO GOLDER

VON HERDERN (KT. THURGAU)

DRUCK DER SPAMER A.-G. IN LEIPZIG · 1941

Auf Antrag des Herrn Prof. Dr. H. Wildbolz
von der medizinischen Fakultät zum Druck als Dissertation genehmigt.

Bern, den 12. Juli 1939.

Der Dekan der med. Fakultät:
Prof. Klaesi

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderdruck aus
„Zeitschrift für Urologische Chirurgie und Gynäkologie", Bd. 45, H. 6
(Verlag von Julius Springer in Berlin)
Printed in Germany

Nachdem gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts der Verlauf der Gefäße zu Hoden und Nebenhoden in den Grundzügen klar lag, haben die konservativen Operationen an dieser Drüse der anatomischen Forschung neuen Aufschwung gegeben, haben aber namentlich in bezug auf die Bedeutung der Anastomosen zu Kontroversen geführt, die heute noch nicht endgültig gelöst sind. Die vorliegende Arbeit soll ein Beitrag zur Klärung dieser Verhältnisse sein, da deren Kenntnis vor allem bei der Epididymektomie sehr wichtig ist und manche Mißerfolge ersparen kann.

Auf die einfache anatomische Präparation folgten im Laufe des 17. Jahrhunderts verschiedene Injektionsmethoden, die viel zu Prioritätsstreitigkeiten Anlaß gaben (*de Graaf*). Zu deren Auswertung traten neben die Präparation später die Mäceration und zuletzt die Röntgendurchleuchtung. Diese letzteren Methoden ermöglichten wohl tiefere Einblicke, bestätigten aber oft nur die Resultate der subtilen und mit viel Geschick durchgeführten Arbeiten unserer Vorgänger.

Meine Untersuchungen betrafen 54 Hoden, die mir größtenteils vom pathologischen Institut zur Verfügung gestellt wurden, zum kleineren Teil von Kastrationen herrührten. Die Präparate kamen durchschnittlich 1—2 Tage post mortem bzw. einige Stunden nach der Operation in meine Hände.

In einer ersten Serie von 24 Fällen wurden die Hoden nach der Injektion mit Thorotrast in Formollösung gehärtet und nachher durchleuchtet, um dann in einer späteren Folge evtl. epididymektomiert zu werden. Dabei ergaben sich einige Schwierigkeiten im Verfolgen kleiner Äste und und ich änderte das Verfahren, das sich bei *Eggers* Untersuchungen der Nierengefäße bewährt hatte, in einer zweiten Serie ab, indem ich dem Thorotrast Methylenblau als Farbstoff beifügte, und die

Die Röntgenaufnahmen dieser Arbeit verdanke ich Herrn Prof. Dr. *Ad. Liechti*, Leiter des Röntgeninstitutes am Inselspital, Bern.

Hoden in frischem Zustande weiterpräparierte. Damit hatte ich nicht nur eine bessere Übersicht bekommen, sondern auch die Verhältnisse nahezu belassen, wie sie im lebenden Organismus angetroffen wurden. In einigen Fällen, besonders zu Beginn, legte ich alle Gefäße des Samenstranges frei, später ließ ich das distale Ende möglichst unberührt. Die Präparation geschah entweder unter ständiger Benetzung des Objektes mit physiologischer Kochsalzlösung oder direkt in einem solchen Bade. In einer letzten Serie versuchte ich die einmal eingenommene Lagerung des Präparates während des ganzen Untersuchungsganges beizubehalten, und ich heftete dasselbe hierzu auf eine, zwischen 2 Celluloidfolien eingegossene röntgendurchlässige Masse aus Wachs und Harz.

Die Radiographien waren zu Beginn der Arbeit einfach; ich dachte, entweder durch eine zweite Aufnahme in einer anderen Ebene die Gefäßverläufe genügend aufklären zu können, oder sie dann auf Schnittserien zu verfolgen. Das erste Unternehmen scheiterte; die Gefäße lagen durch Aufeinanderprojektion im Hilus so dicht, daß in der Frontalebene kein offenes Bild zu erhalten war, das zweite wurde gar nicht versucht, weil sich das stereoskopische Bild als souverän erwies.

Die Injektion erfolgte meist in die Art. spermatica interna, in etwa 20% in die Arteria deferentialis, in den wenigsten Fällen in die Arteria spermatica externa und einmal absichtlich, dreimal unabsichtlich in die Venen des Plexus pampiniformis. Das zu injizierende Gefäß wurde an der Durchtrennungsstelle auf 3—5 cm freigelegt, über die Spitze des Zeigefingers gezogen und auf einige Zentimeter peripheriewärts gestreckt. Mit einer feinen Hohlnadel, deren äußerste Spitze sorgfältig gerundet war, spaltete ich über der Wölbung der Fingerkuppe die Vorderwand des Gefäßes, ließ sie unter dem Druck der Nadel, indem ich diese genau in die Gefäßrichtung einstellte, längs einreißen. Wenn ich aus der Spritze auch nur eine minimale Menge Thorotrast in das Gefäßlumen treiben konnte, so erfolgte unter dem Binnendruck eine Erweiterung, und es gelang mit Leichtigkeit die Nadel in eine Arterie zu schieben, deren äußerer Durchmesser vorher kleiner war, als derjenige der Nadel selber (Abb. 7). Das Auffinden der Arterien war selten eine leichte Sache. Gar oft bestand die einzige Möglichkeit der Unterscheidung in einer kaum fühlbar vermehrten Konsistenz und mußte manchmal einfach auf gut Glück hin versucht werden. Das Ergebnis des ersten Stoßes aus der Spritze brachte gewöhnlich Klarheit, indem sich das Weiterfließen der Injektionsflüssigkeit schön beobachten ließ. War das injizierte Gefäß eine Arterie, so kehrte die injizierte Flüssigkeit aus 1—2, selten aus mehr Gefäßen langsam zurück, nachdem sie in der Gegend des Nebenhodens etwas verschwunden war. War es eine Vene, so füllten sich sofort alle die nahen Anastomosen. Im allgemeinen ließen die Arterienwände die gefärbte Flüssigkeit auch weniger durchscheinen als die Venenwände.

Die verwendete Menge Thorotrast hatte einen großen Einfluß. War diese zu gering, so füllten sich meist nur die Anastomosen der 3 Hauptgefäße mit einem kleinen Teil der Capillaren, war sie zu groß, so verdeckte sie durch massige Venenfüllung das Bild der Arterien. Infolge des individuell variierenden Gesamtvolumens der Hodengefäße ließ sich eine strenge Regel nicht aufstellen, aber $1^1/_2$—$2^1/_2$ ccm erwiesen sich meist als geeignet.

In fast allen meinen Fällen war die Spermatica interna, wenn sie als Ganzes durch den Samenstrang hinunter kam, das größte arterielle Gefäß. Wenn dagegen eine hohe Teilung stattgefunden hatte, sie also doppelt verlief, so konnten ihre beiden Äste so dünn werden, wie die Deferentialis. Diese selber fand sich als mehr oder weniger eng gewundenes, meist sehr zartes Gefäß eng am Ductus deferens. Ganz unregelmäßig verhielt sich die Spermatica externa, die oft verschwindend dünn war, andere Male jedoch die Deferentialis, ja sogar die Interna an Größe übertreffen konnte (Abb. 6).

Aus der Reihe der Untersuchungen möchte ich folgende Präparate hervorheben:

Abb. 1. Hoden Typ I. Art. sperm. int. in Hodenmitte. Schleifenbildung und gleichmäßige Verteilung der kleineren Gefäße.

Abb. 1. Rechter Hoden eines 24jährigen Mannes. Die Arteria spermatica interna durchdringt in der Mitte des Hinterrandes die Albuginea und setzt ihren Weg unter leichter Abweichung nach medial direkt durch die Hodensubstanz fort. Knapp vor Erreichen der vordern Wölbung spaltet sie sich in zwei Äste, von denen der eine nach oben, der andere nach unten sich windet, immer eng an die Albuginea angeschlossen. In regelmäßigen Abständen geben diese Seitenzweige ab, welche zuerst wie Breitenkreise die vordere Kurvatur umfassen, dann in das Hodeninnere umbiegen und dem Mediastinum zustreben. Doch bevor sie dies erreichen, hat ein kleiner Teil sich in Capillaren aufgelöst, ein größerer jedoch sich in resolutem Bogen wieder gegen die vordere Kalotte zurückgewendet, ja es gibt sogar solche, die mehr als einmal diesen Weg machen.

Abb. 2. Rechter Hoden eines 15 Jährigen. Injektion in die Spermatica interna. In beinahe gestrecktem Laufe, umgeben von einem zarten Venenplexus, erreicht sie an der Grenze des mittleren zum untern Drittel den Hinterrand des Hodens. Von hier aus umgreift sie den untern Hodenpol, wo sie sich in 4 Hauptäste aufspaltet, die sich in weichen Windungen fächerförmig auf der vordern Kalotte dicht unter der Albuginea testis ausbreiten. Diese geben dann feine Arteriolen senkrecht in das Hodeninnere ab; einzelne davon biegen, nachdem sie

das Mediastinum fast erreicht haben, um und capillarisieren sich auf ihrem Rückwege nach der vordern Kurvatur. Die Arteria deferentialis ist eben noch erkennbar in ihrem Verlaufe entlang dem Samenleiter und über dem Rücken des Nebenhodens, ebenso in ihrer Auffaserung im Gebiete des Kopfes, wo sie auch mit einem Zweige der Spermatica interna in Verbindung tritt. Die Spermatica externa ist als einzelnes Gefäß nicht sicher zu erkennen.

Die Venen nehmen ihren Ursprung aus drei Lacunen am Hinterrande des Hodens, zwei davon aus einem Sammelpunkte am Kopfgebiete, einige zartere aus einem solchen des mittleren Drittels und die letzte Gruppe entwickelt sich

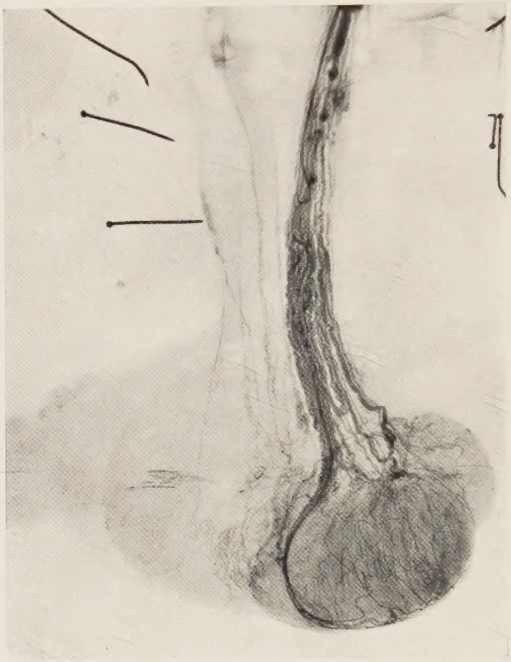

Abb. 2. Hoden Typ II. Art. sperm. int. am Hinterrande. Aufteilung von unten vorne her.

entlang der Arteria spermatica interna. Kaum 1—2 cm vom Hoden entfernt haben sie sich im Plexus pampiniformis vereinigt, aus welchem sich etwa 5 cm weiter oben die Vena spermatica interna absondert. In dieser sind schon hier in regelmäßigen Abständen die Klappen sichtbar.

Die Epididymektomie (Abb. 3) beweist das Vorhandensein einer Anastomose der Spermatica interna mit der Deferentialis im Nebenhodenkopf und einer solchen im Schwanzgebiete.

Abb. 4 und 5. Linker Hoden eines 23 Jährigen mit Hydrocele. Injektion in Arteria deferentialis. Die Arteria spermatica interna verläuft doppelt in zarten, fast parallelen Windungen. Der vordere Ast durchsetzt den Hoden von hinten nach vorn auf der Höhe der Grenze des obern zum mittleren Drittel. Schon auf diesem Wege gibt er Zweige an die Drüsensubstanz ab. Kurz vor der vordern Kurvatur spaltet

er sich in seine Endäste, die sich teils nach oben, teils nach unten entwickeln und ihre Arteriolen senkrecht in die Drüsensubstanz zurücksenden. Diese ihrerseits zerfallen wiederum in feinste Capillaren, die Mehrzahl nach vorheriger üblicher Schleifenbildung. Damit ernährt der vordere Ast die obere Hodenhälfte. Der hintere Ast erreicht den Hoden in der Mitte des Hinterrandes, umschließt mit einer Gabel den untern Pol, um sich dann nach oben zu wenden und analog dem vordern Aste seine Arteriolen in das Stroma zurückzuschicken. Beiden Ästen entlang

Abb. 3. Hoden von Abb. 2 nach Epididymektomie. Anastomosen in der Gegend des Nebenhodenkopfes und am untern Pol.

sieht man feine Venen nach dem Mediastinum zu ziehen, sich außerhalb der Albuginea in einem kleinen Knäuel sammeln und in den Plexus pampiniformis übergehen. Eine schöne Venenklappe findet sich kaum 5 cm vom Hoden weg. Die Arteria deferentialis geht in offenen Windungen dem Ductus entlang, gibt eine kräftige Anastomose an die Gabelung des hintern Astes der Spermatica interna am untern Hodenpol und verbindet sich mit einem feinen Ausläufer über den Kopf der Epididymis mit einer ebenso zarten Arteriole aus dem vordern Astgebiete. Als Spermatica externa halte ich jenes Gefäß, daß auf längere Strecke die hintere Kontur des Samenstranges bildet.

Abb. 6. Hodenpaar eines 69jährigen Mannes. Die Gefäße lassen sich im rechten Hoden gut verfolgen, im linken sind sie durch starke Mitfüllung der Venen und Austritt des Thorotrasts in das Gewebe etwas verdeckt. Die große Analogie des Gefäßverlaufes beider Hoden ist dennoch nicht zu verkennen. Die Arteria spermatica interna tritt in der Mitte des Hinterrandes an den Hoden heran, schlüpft unter der Epididymis durch nach lateral und umgreift mit einer Spirale den untern

Abb. 4. Hoden eines 23Jährigen. Typ III. Art. sperm. int. in zwei Hauptästen, wovon einer in Hodenmitte, der andere am Hinterrande. Hydrocele.

Abb. 5. Nach Epididymektomie. Anastomose am untern Pol.

Hodenpol. Dabei gibt sie rechts einen ziemlich kräftigen Ast nach oben ab, welcher links etwas schmächtiger ausgefallen ist. Wenige Zentimeter vor dem Erreichen der Drüse hat die Spermatica interna zwei Gefäße abgegeben, die im obern Drittel medial von der Epididymis in den Hoden eindringen, sich unter der Tunica albuginea nach lateral herumschlagen und vom Vorderrande her in die Hodensubstanz eindringen, wo sie sich in ihre Arteriolen aufteilen. Auffallend ist der knorrige Verlauf der Hauptgefäße, sind die eckigen Windungen der noch sichtbaren Arteriolen. Die Arteria deferentialis zieht über den Nebenhoden nach oben bis in

dessen Kopfgebiet, wo sie sich mit dem kurzen Aste der Spermatica interna, der Arteria capitis epididymidis, verbindet und diesem bis zur Ursprungsstelle sein Kaliber aufzwingt.

Abb. 7 und 8. Rechter Hoden eines 52jährigen Mannes. Injektion in die Arteria deferentialis. Das Röntgenbild enthüllt außerordentlich klare Verhältnisse. Die Ar-

Abb. 6. Hodenpaar eines 69Jährigen. Typ IV. Die Art. sperm. int. dringt von außen her mit mehreren Ästen in das Parenchym. In demselben nur noch wenige Gefäße mit knorrigem Verlauf.

teria spermatica interna durchbricht nach gestrecktem Verlaufe die Albuginea testis der Mitte des Hodenhinterrandes. Noch an der Durchtrittsstelle spaltet sie sich in in einen medialen und einen lateralen Ast, die den untern Pol seitlich umgehen, worauf der mediale Ast sich nach oben wendet zur Versorgung der obern zwei Drittel und der laterale sich in gleicher Höhe aufteilt und das untere Drittel versorgt. Die Arteria deferentialis windet sich in engen Mäandern am Ductus deferens nach unten und mündet im Nebenhodenschwanzgebiete in die außergewöhnlich stark entwickelte Arteria spermatica externa. Diese kommt als dicker Stamm lateral vom Samenleiter herunter, bildet am Nebenhodenschwanz eine Schleife und zieht über den Rücken des Nebenhodens nach oben, schlägt sich medial um

dessen Kopf herum und anastomosiert im Hodeninnern mit einem Zweige des medialen Astes der Spermatica interna. 9 cm vor ihrer Einmündung in den Hoden gibt die Spermatica interna die Arteria capitis epididymidis ab, die auch noch die oberste Kuppe des Hodens ernähren hilft.

Abb. 7. Hoden Typ V. Spaltung der Interna sofort nach Eintritt in den Hoden. Nadel in Deferentialis. Externa bei *e*. Große Anastomose über den Nebenhoden zwischen Interna und Externa. Einmündung der Deferentialis in diese Anastomose bei *d*.

Abb. 8. Präparat der Abb. 7 nach Epididymektomie.

Damit komme ich zu nachstehenden Resultaten meiner Untersuchungen:

Die aus der Aorta abgegangene Arteria spermatica interna teilt sich im Samenstrang in kleinere oder größere Äste. Sie oder ihre Hauptäste erreichen den Hoden sozusagen immer im mittleren Drittel des Hinterrandes. Ihre weitere Verteilung im Hoden geschieht auf zwei streng voneinander getrennte Arten:

A. Typ I. Die Arteria spermatica interna durchsetzt den Hoden in der Mitte von hinten nach vorn und teilt sich kurz vor oder nach ihrem Auftreffen auf die vordere Wand in obere und untere Äste, die ihre Zweige und Arteriolen rückläufig wiederum gegen das Mediastinum abgeben (Abb. 1 und 9).

Abb. 9. Typ I.

Abb. 10. Typ II.

B. Typ II. Die Arteria spermatica interna zuerst in der Tunica albuginea, dann dicht unter ihr verlaufend umgreift in weitem Bogen, manchmal etwas seitlich den untern Hodenpol, teilt sich in zwei und mehr Äste, die zum Teil noch der Albuginea angeschmiegt, dem freien Rande entlang nach oben ziehen und ihre Zweige und Arteriolen senkrecht in die Drüsensubstanz gegen das Mediastinum abgeben (Abb. 2, 3 und 10).

Die übrigen Erscheinungsformen sind nun bloße Kombinationen von A und B, so Typ III, oder Variationen von B: Typen IV und V.

Typ III: Die Arteria spermatica interna tritt mit zwei Hauptästen in die Drüse ein. Dabei verhält sich der vordere obere Ast wie Art A (Typ I) und versorgt die obere Hodenhälfte, der hintere untere Ast wie Art B (Typ II) und versorgt die entsprechende untere Hälfte (Abb. 4, 5 und 11).

Abb. 11. Typ III.

Abb. 12. Typ IV.

Abb. 13. Typ V.

Typ IV. Die Arteria spermatica interna teilt sich kurz *vor* ihrem Eintritt in den Hoden in mehrere Äste von annähernd gleichem Kaliber, oder in einen Hauptast und mehrere Zweige, welche in verschiedener Höhe des Hinterrandes in das Parenchym eindringen können (Abb. 6 und 12).

Typ V. Die Arteria spermatica interna teilt sich direkt *nach* ihrem Eintritt in den Hoden in zwei und mehr Äste, die meist unter der Albuginea nach dem Vorderrande verlaufen (Abb. 7, 8 und 13).

Von meinen 38 verwertbaren arteriellen Präparaten waren:
Typ I. 3 Exemplare = 7,9%.
Typ II. 8 Exemplare = 21,1%.
Typ III. 14 Exemplare = 36,8%.
Typ IV. 6 Exemplare = 15,8%.
Typ V. 7 Exemplare = 18,4%.

Daraus ergibt sich ein weites Überwiegen der in zwei Hauptästen verlaufenden Spermatica interna. Die Übergänge sind wie bei jedem Schema fließend und Kombinationen zahlreich. Wenn die Spermatica interna nicht den Hoden durchsetzt wie in Typ I, teilt sie sich immer in der untern Hälfte desselben und der obere Teil wird entweder durch Zweige versorgt, die an der vorderen Kalotte emporstreben, oder durch separate Äste der Spermatica interna, welche, im Samenstrang abgegangen, die Tunica an der hintern Krümmung durchdringen oder via Nebenhodenkopf in die obere Hälfte gelangen. Dabei besteht gar nicht selten ein Mangel an arteriellen Anastomosen zwischen dem untern und dem obern Hodenteil, so daß das Thorotrast eher in den zugehörigen Venen zurückfloß oder in die Hodensubstanz austrat, als daß es das Versorgungsgebiet des andern Astes füllte. (Abb. 4.)

Auffallend ist ferner, daß die beiden Hoden desselben Individuums meist dem gleichen Typ angehören und sogar die Art der Verzweigung und Anastomosierung weitgehende Ähnlichkeit aufweist. Von 10 Hodenpaaren waren nur 3, die sich anders verhielten.

Die Versorgung des Hodens mit Arteriolen geschieht zum weit überwiegenden Teil vom freien Rande her, und zwar so, daß diese dem Mediastinum zustreben und sich auf ihrem Wege dorthin in Capillaren auflösen oder aber, wie in der Mehrzahl der Fälle, sich als gut sichtbare Gefäße im Mediastinum in scharfem Bogen umwenden und sich erst auf dem Rückwege nach dem freien Rande capillarisieren. Anastomosen zwischen den, von der Peripherie her kommenden und den vom Mediastinum zurückkehrenden Arteriolen, wie *Highmore* sie darstellt, oder zwischen peripheren und den im Mediastinum abgegebenen Arteriolen, die *Fazzari* nachweist, sind selten.

In der Literatur herrschen in bezug auf die technische Seite der Gefäßinjektion recht verschiedene Auffassungen. *Arrou, Colle, Fazzari* fanden die Isolierung der Hodenarterien zum Teil sehr, manchmal außerordentlich schwierig, *Schweizer* bestätigte dasselbe mit Rücksicht auf Operationen am Samenstrang. *Caparro* nahm deswegen die Injektion der Spermatica interna bei seinen Hundeversuchen von der Aorta aus vor, wogegen *Pirquet* und *Worms* „La reconnaissance des trois artères" als „plus ou moins facile" beurteilten. Diese Widersprüche finden nach meinen Beobachtungen ihre Erklärung im Lebensalter der verwendeten Präparate. Die größern Venen heben sich meist von vornherein gut ab, aber im jugendlichen Alter war eine klare Trennung von Vene und Arterie im Samenstrange oft geradezu unmöglich. Die Verhältnisse werden erst einfacher im 5. und 6. Jahrzehnt, wo die Arterie fester wird, größer und in der Färbung weißer, ihr Verlauf gegenüber

den Venen mehr gestreckt, bis sie im Greisenalter zum leicht erkennbaren, manchmal rigiden Gefäße inmitten breiter Venen geworden ist. Damit verbunden ist eine tiefgreifende Veränderung der Gefäße im Hodeninnern. Während in der Jugend die Drüse mit feinsten gleichorientierten Arteriolen fast äquidistant durchsetzt ist, werden mit dem Alter die Richtungen unregelmäßig, die Gefäße knorrig; einzelne Arteriolen treten vor, andere gehen zurück und die eben noch sichtbare Capillarisation schwindet vollständig. Mehrmals versuchte ich, die Durchströmung dieser feinen Arteriolen durch größern Druck und entsprechend größere Mengen Kontrastmittels zu erzwingen, erreichte aber nur eine bessere Zeichnung der Arterien, eine massigere Füllung der Venen oder einen Austritt des Thorotrasts in das Gewebe. Ich möchte hier speziell die Arbeit *Fazzaris* erwähnen, und im besondern auf seine Abb. 32 und 35 hinweisen. Er kam bei seinen mikroskopischen Untersuchungen zu fast gleichlautenden Ergebnissen.

Wie die Gefäße am und im Hoden sich verteilen und wie sie untereinander sich verbinden, wurde lange verschieden beurteilt. Während *Jahrisch*, *Testut*, *Fazzari* u. a. ein Eindringen von Ästen durch das Mediastinum mit nachheriger direkter Verteilung im Parenchym für häufig hielten, wird dies von *Hasumi* entschieden verneint; eine Capillarisation finde erst statt, nachdem die durch das Corpus Highmori eingetretenen zentralen Arterien die vordere Wand des Hodens erreicht hätten und sich auf dem Rückwege befänden. *Hill* nimmt eher eine Mittelstellung ein.

Pellanda machte den Versuch einer Klassifikation, je nach der Verteilung der Gefäße im Hodeninnern. Er kommt dabei zum Schluß, daß die einfache Gabelbildung in etwa 70%, die Teilung in mehrere Äste in 15% stattfinde, d. h. mein Typus V in 85%; den ungeteilten Verlauf fand er in nur 10% der Fälle. Die Übrigen faßt er unter „Dispositions aberrantes" zusammen, erwähnt aber trotz seiner prinzipiellen Feststellung, daß die Arterien nie den Hoden via Corpus Highmori durchziehen, einen Fall, in welchem die Arteria spermatica interna sich so verhielt. *Hasumi* ordnet seine Beobachtungen auf Grund der Verzweigung der Spermatica interna außerhalb des Hodens unter spezieller Berücksichtigung der Arteria epididymica, und kommt auf 6 Typen mit ebenso vielen Untertypen, ohne auf die Art der Verteilung im Hoden näher einzutreten.

Die Anastomosen.

Die Epididymis wird nach *Hasumi* durch einen ursprünglich selbständigen Ast der Arteria renalis versorgt, welcher allerdings schon 1902 durch *Capurro* nachgewiesen wurde und dessen letztes Ende meist als Zweig der Sperm. int. imponiert. Augenfällig ist dessen konstante Verbindung mit der Arteria deferentialis, wobei meist die Deferentialis das Kaliber bestimmt. Da als dritte in diesen Kreis stets die der Arteria epigastrica externa entsprungene Arteria spermatica externa einmündet, haben wir im Gebiete des Hodens

Anastomosen zwischen Aorta, Hypogastrica und Iliaca externa. Die Vereinigung findet im Schwanzgebiete des Nebenhodens statt und die Art der Einmündung der Sperm. ext. in die Arkade epididymo-deferentialis gab *Piqué* und *Worms* Anlaß zur Bildung der Gruppen: Anastomose im aufrechten T: Anastomose im umgestürzten ⊥: unter Abtrennung einer dritten Gruppe mit direkter Verbindung Spermatica externa mit interna am unteren Hodenpol. Ein Fehlen der Verbindungen konnten sie nie feststellen. Auch bei meinen Untersuchungen wies das Röntgenbild keinen Unterschied auf, ob nun die Injektion durch die Arteria spermatica interna, deferentialis oder externa stattgefunden hatte, vorausgesetzt, daß genügend Kontrastmittel verwendet worden war, um alle Gefäße zu füllen. Da bei den konservativen Operationen das Vorhandensein der Spermatica externa weniger in Betracht kommt, diese auch

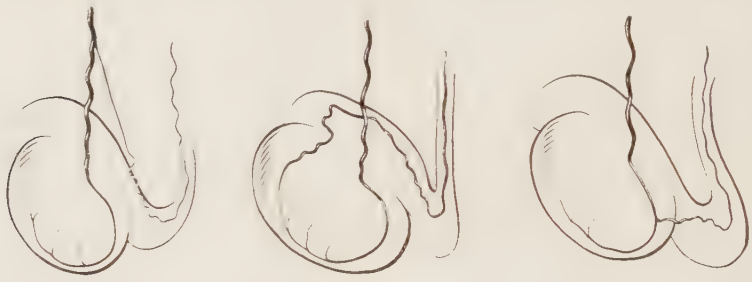

Abb. 14. Abb. 15. Abb. 16.

Schema der Anastomosen. Abb. 14 Äußere, Abb. 15 und 16 Innere.

nur selten erkannt werden kann und bei der Epididymektomie ihre Anastomose zusammen mit der Arteria deferentialis wegfällt (ein direktes Einmünden in die Spermatica interna konnte ich nicht feststellen), möchte ich im weiteren nur die Verbindung Spermatica interna mit der Deferentialis berücksichtigen. Hier lassen sich im Prinzip 2 Formen ausscheiden:

A. Äußere, d. h. solche, bei denen sich die Arteria deferentialis meist über den Rücken des Nebenhodens mit der Arteria epididymidis verbindet (Abb. 6 und 14).

B. Innere, d. h. solche, bei denen die Anastomose die Tunica albuginea testis durchbrechen muß (Abb. 3, 7, 15 und 16).

In Form *A.* gibt es beim Hodentyp III 2 Gruppen, je nachdem die Arteria epididymica aus dem vorderen oder hinteren Stamm der Spermatica interna entspringt, bei Form *B* gibt es 2 Gruppen, je nachdem der Eintritt in den Hoden am oberen oder unteren Segment erfolgt.

Neben diesen großen Anastomosen finden sich kleine „interne“ zwischen den Arteriolen des Nebenhodenkopfes und solchen der Spermatica interna aus dem Hodeninnern.

Auf Grund dieser Tatsachen sollte es, theoretisch wenigstens, möglich sein, das eine oder andere, oder sogar 2 Gefäße zu unterbinden und dennoch den wegen seiner inneren Sekretion noch im Alter bedeutungsvollen Hoden zu erhalten. Schon *Sappey* teilte 1873 diese Ansicht mit *Kocher*, welcher bei Varikocelenoperationen oft die Arteria spermatica interna durchtrennt hatte und in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle keine deletären Folgen feststellen konnte. Sie fand ihre Bestätigung in den Hundeversuchen *Capurros*: „Nella ligatura di entrambe le arterie (spermatica interna, deferenziale) il circolo si ripristina per l'intermedio dei vasi cremasterici e dello epididimo-renale", ferner in denen von *Moschcowitz*: „Ich durchtrennte die Spermaticalgefäße, ließ den Hoden in situ und entfernte die Hoden in Zeiträumen von Tagen bis Wochen nach der Operation. Die Hoden wurden histologisch untersucht. In keinem Falle trat Gangräne ein. Mikroskopisch zeigten einige der Hoden, speziell die früheren, etwelche Nekrosen im Innern des Hodens, aber die Alveolen entlang der Peripherie fanden sich recht gut erhalten. Nachträglich kam ich zum Glauben, daß ich die Hoden zu kurz nach der Operation entfernt hatte und ihnen so ungenügende Zeit zur Regeneration ließ." Ähnliche Resultate hatte schon 1896 *Griffiths* erreicht, der nach Unterbindung der Arteria spermatica bei erwachsenen Hunden eine starke Verkleinerung des Hodens infolge rascher Zerstörung durch degenerative Veränderungen in den Samenkanälchen feststellte, wonach aber nach einiger Zeit sich die übrig gebliebenen Kanälchen in solchem Grade erholten, daß eine Spermiogenese wie früher stattfand. Ligatur der spermatischen Arterie mit den Venen zusammen führte aber bei jungen Hunden zu kompletter Atrophie der Drüse, bei älteren bald zu Atrophie, bald zu fettiger Degeneration, die von vollständiger Wiederherstellung gefolgt sein konnte. *Ljubomudrow* konstatierte in 3 von 5 Fällen von Unterbindung der Arteria spermatica interna Atrophie des Hodens. Daß es deshalb Autoren gibt, die eine Kompensationsmöglichkeit überhaupt verneinen, ist nicht verwunderlich. *Miflet* war sogar zur Überzeugung gekommen, daß die Arteria spermatica interna eine Endarterie im *Cohnheim*schen Sinne sei und eine Unterbrechung der Zirkulation, sei es im arteriellen, sei es im venösen Schenkel rasch von einem hämorrhagischen Infarkt gefolgt sein müsse. Der Nebenhoden bleibe dabei intakt. *Wangensteen* konstatierte 1927, daß die Behauptung, eine Unterbindung der Spermatica interna und des Plexus pampiniformis sei ohne schädlichen Einfluß auf den Hoden, einer Prüfung nicht standhalte. *Joranson*, *Emmel* und *Pilka* bestätigten 1929 die Auffassung *Miflets*, ihnen schloß sich 1931 auch *Ehlert* an.

Beim Menschen scheinen die Dinge nun doch etwas anders zu liegen. Andernfalls ließe sich nicht erklären, wie *Bevan* u. A. die zur Herabbringung eines nicht descendierten Hodens notwendige Durchtrennung

der Arteria spermatica interna mit den zugehörigen Venen vornehmen konnten, ohne eine Atrophie des Hodens eintreten zu sehen. *Moschcowitz*, der zwischen 1905 und 1910 18 Patienten, wovon 4 mit beidseitiger Retention nach dieser Methode operierte, beurteilte das Endresultat mit Ausnahme eines einzigen Falles „mehr als zufriedenstellend. Der Hoden ist frei beweglich und am Grunde des Skrotums". In keinem Falle verfiel der Hoden einer Nekrose und die Erhaltung der erektilen Kraft war bis zu einem gewissen Punkte bewiesen durch die Erhaltung vollständiger Potentia coeundi bei einem Erwachsenen, welcher wegen beidseitig nicht descendierten Drüsen operiert worden war.

Diese Erfolge werden verständlich, wenn man die Beobachtungen von *Stämmler* verwertet, welcher die arteriellen Verhältnisse des retinierten Hodens untersuchte. Er fand die Membrana elastica interna der Spermatica dünner und schlechter färbbar als sonst. Im Gebiete der Media war die Muskulatur mehr von Bindegewebe durchsetzt, die Menge der Muskelfasern herabgesetzt. Die Arterien im Innern des Hodens zeigten starke hyaline Degeneration und Verdickung der Intima. Damit ist bewiesen, daß bei der *Bevan*schen Operation ein funktionell minderwertiges Arterien-Venensystem durchschnitten wird. Dennoch können Mißerfolge auftreten wie *Mixter* sie 1924 in 15 von 17 Fällen beschreibt, nämlich dann, wenn zwischen der Arteria Spermatica interna und der Arteria deferentialis nur eine äußere Anastomose besteht und die Gefäße distal dieser Verbindungsstelle durchtrennt werden. Eine Isolierung der äußerst zarten Arteria capitis epididymidis wird kaum je möglich sein. *Volkmann* eröffnete bei seinen Varicocelenoperationen die Tunica vaginalis am Kopf des Nebenhodens und separierte dann die ektasierten Venen. So hatte er sich von vornherein den oberen Zufluß zerstört; fehlte nun eine untere innere Anastomose, so konnte nach Läsion der Sp. int. eine Hodennekrose nicht ausbleiben. Nach meinen Untersuchungen besteht auch nicht gar selten ein Mangel an Verbindungen der Arteriolen der untern mit der obern Gefäßversorgung im Innern des Hodens, so daß auch bei erhaltener Arteria capitis epididymidis eine teilweise Nekrose eintreten kann. Ein Fehlen der Verbindungen zwischen den Hodenhauptgefäßen, wie sie *Colle* in 7% der Fälle beobachtete, hat außer ihm keiner mehr beschrieben, aber sicher ist, daß jede Unterbindung der Arteria spermatica interna in Hodennähe die Gefahr in sich birgt, auch deren Anastomosen wirkungslos zu machen. Dies dürfte auch die Erklärung des Hodenunterganges bei embolischem Verschluß der Arteria spermatica interna sein, welchen *Küttner* und andere annehmen.

Die Arteria deferentialis gab in bezug auf die Folgen ihrer Unterbrechung nie Anlaß zu Diskussionen. Sie wird bei jedem operativen Vorgehen am Ductus deferens oder am Nebenhoden ohne Bedenken geopfert. *Young*

gibt 1933 eine Zusammenstellung über die Hodenstruktur der beim Menschen bekannten Fälle von Abbindung oder angeborenem Fehlen einzelner Teile der Epididymis oder des Ductus deferens, wobei selbstverständlich auch die Arterie unterbrochen war, und fand nie von der Norm abweichende Verhältnisse. Da mit der Wegnahme der Epididymis jede Anastomose zur Spermatica wegfällt, muß der Chirurg alles tun, um einer Schädigung der Spermatica interna auszuweichen. *Cecil* schreibt die Mißerfolge der operativen Therapie bei Epididymitis tbc. der Außerachtlassung chirurgischer Regeln zu, *Heinatz* der Verletzung wichtiger Gefäße des Samenstranges. — *Heinatz* begann deshalb die Epididymektomie mit einer möglichst weitgehenden Mobilisation der Gefäße des Samenstranges und arbeitete sich von der medialen Seite her an den Nebenhoden heran. Waren die Gefäße bis zu ihrer Eintrittsstelle in den Hoden isoliert, so konnte ohne Risiko der Nebenhoden mit seinen Hüllen abgetragen werden. Aus dem gleichen Grunde drang *Surraco* von unten vorne stumpf durch den Recessus Poirier zwischen Hoden und Nebenhoden unter die Hüllen des Samenstranges ein. Nach vorgenommener Unterbindung des Nebenhodens spaltete er diesen und die Hüllen auf der eingeführten Scheere und löste den obern und untern Teil der Epididymis separat, ohne das Hilusgebiet des Hodens und die spermatischen Gefäße zu berühren. Noch weiter ging *Bardenheuer*, der die Enucleation des Nebenhodens subserös durchführte. Persönlich bin ich nach verschiedenen Versuchen zu nachstehendem Vorgehen gekommen, welches sich wenigstens am Präparate bewährt hat: Ich durchtrennte die Tunica vaginalis propria am freien Rande des Hodens. Dann begann ich, den Nebenhodenschwanz von unten her scharf vom Hoden zu trennen und ging nach Durchtrennung der Hüllen am unteren Ende der Epididymis dicht am Corpus entlang auf der medialen Seite nach oben. So begegnete ich immer zuerst einer eventuellen untern innern Anastomose und konnte den Schnitt unter genauer Kontrolle zwischen das Gefäßbündel der einmündenden Spermatica interna und den Körper des Nebenhodens legen. Hierauf löste ich den Kopf des Nebenhodens von oben nach unten und präparierte als letztes den anhängenden Ductus deferens.

Gegenüber der Methode von *Heinatz* erhielt ich meines Erachtens rascher eine gute, jedenfalls genügende Übersicht. Zudem bleibt der gesamte Plexus des Samenstranges unberührt. Daß die Methode von *Surraco* bei Absceßbildung im Nebenhoden nicht zweckmäßig ist, braucht kaum hervorgehoben zu werden. Alle Methoden zielen daraufhin, den Plexus der Arteria spermatica interna zu schonen. Daß aber unter Umständen das Gefäß auch im Innern des Hodens, wo es nach der Epididymektomie zur Endarterie wird, verletzt werden kann, wurde bis heute nie berücksichtigt. Und doch ist diese Gefahr groß. Manchmal verläuft die Spermatica interna, wie bei meinem Typ II, ungeteilt

der hintern Kurvatur entlang nach unten und bildet dort eine innere Anastomose (Abb. 1). Wird diese Anastomose knapp am Hoden durchtrennt so wird eine Umstechung durch die Tunica albuginea notwendig zur Stillung der Blutung. Da nun an der Anastomosenstelle die Spermatica interna manchmal noch in, manchmal dicht unter der Tunica verläuft, ist die Gefahr groß, sie mitzuunterbinden. Dieselbe Gefahr droht bei allen Fällen, bei denen bei analogem Gefäßverlauf, infolge Schwielenbildung und Abscedierung bei der Resektion des Nebenhodenschwanzes ein Teil der Hodenkapsel mitgenommen werden muß.

Zusammenfassung.

A. Die Arteria spermatica interna verteilt sich im menschlichen Hoden nach 5 verschiedenen Typen:

Typ I. Die A. sp. int. durchsetzt den Hoden in der Mitte von hinten nach vorn.

Typ II. Die A. sp. int. verläuft ohne sich zu teilen dem Hinterrande des Hodens entlang um den untern Hodenpol.

Typ III. Die A. sp. int. tritt mit 2 Stämmen in den Hoden ein, von denen sich der vordere nach Typ I, der hintere sich nach Typ II verhält.

Typ IV. Die A. sp. int. teilt sich *vor* ihrem Eintritt in mehrere Äste, die auf verschiedener Höhe des Hinterrandes eindringen.

Typ V. Die A. sp. int. teilt sich *sofort nach* ihrem Eintritt in 2 und mehr Äste.

Die beiden Hoden desselben Individuums weisen meist denselben Typus auf.

B. Die *Anastomose* der Arteria spermatica interna mit der Deferentialis läßt sich je nach Verlauf festlegen als:

1. *Äußere,* d. h. solche, bei denen sich die Arteria deferentialis meist über dem Rücken des Nebenhodens mit einem Aste der Spermatica interna verbindet.

2. *Innere,* d. h. solche, bei denen die Anastomose die Albuginea testis durchbrechen muß.

Hier bestehen 2 Untergruppen, nämlich:

2a. Die Anastomose liegt im unteren Hodenpol.

2b. Die Anastomose liegt im obern Hodenpol.

C. Volumen und Wanddicke der Hauptgefäße nehmen gegen das Alter zu, die Capillarisation des Hodens ab. Die Arteriolen gehen an Zahl zurück, die übrigbleibenden werden knorrig.

D. 1. Bei der sog. *Bevan*schen Operation zur Ermöglichung des Descensus testis muß der Gefäßkomplex der Spermatica interna zwecks Erhaltung der evtl. vorhandenen äußeren Anastomose mit der Arteria deferentialis möglichst fern vom Hoden durchtrennt werden.

2. Bei der Epididymektomie müssen im Schwanzgebiete die Anastomosen nach dem Hodeninnern möglichst lang abgebunden werden. Eine unter Umständen notwendig gewordene Umstechung in der Albuginea kann unter gewissen Bedingungen zur Unterbindung der Spermatica interna und damit zur Nekrose des Hodens führen.

Literatur.

Arrou, zit. durch *Pellanda*. — *Bardenheuer*, zit. durch *Heinatz*. — *Bartholini, Casp.*, D. Istitutiones Anatomicae **1632**, 105. — *Bartholini, Thomas*, Anatomia, **1651**, 132, 133; **1660**, 139. — *Bazet, L.*, Z. Urol. **1907**, 71. — *Bevan, Arthur Dean*, Arch. klin. Chir. **1904**, 1035. — *Campbell, Horace E.*, J. of Urol. **34** (1935). — *Capurro, M. A.*, Anat. Anz. **20**, 577—598 (1902). — *Cecil, A. B.*, J. of Urol. **33**, 162 (1935). — *Colle, M.*, Artères du testicale. Démonstration d'une Anastomose funiculo-spermatico-déférentielle. Son rôle après la section totale du cordon. Thèse de Lille 1902. — *Egger*, Mündliche Mitteilungen. — *Ehlert, Hermann*, Einige seltene Fälle von Hodennekrosen. Inaug.-Diss. **1931**. — *Fazzari, Ignatio*, Giorn. Sci. naturali ed economiche **37** (1933). — *de Graaf, Regnerus*, De virorum organis Generationi inservientibus. **1668**. Praefatio und Text. — *Griffiths, Joseph*, J. of Anat. a. Physiol. **30**, 103 (1896). — *Haberer, Hans*, Arch. f. Anat. **1898**, 440. — *Hasumi, Shiro*, Jap. J. of Med. **1931**, 135. — *Heinatz, S.*, Zbl. Chir. **1934**, Nr 29, 1729. — *Herbst, R.*, Arch. klin. Chir. **184**, 56 (1936). — *Highmorus, Nathanael*, Corporis humani disquisitio **1651**, 92. — *Hill, Eben Clayton*, Amer. J. Anat. **9**, 463 (1909). — *Jarisch, A.*, Über die Schlagadern des menschlichen Hodens. Berichte des naturwissenschaftlichen Vereins. Innsbruck 1889. — *Joranson, Y., V. E. Emmel* and *H. J. Pilka*, Anat. Rec. **41**, 157 (1929). — *Kocher, Robert*, Die Krankheiten der männlichen Geschlechtsorgane. **1887**. — *Küttner, Hermann*, Dtsch. med. Wschr. **1924**, 1294. — *v. Lanz, T.*, Z. Anat. I, **80**, 177. — *Ljubomudrow*, Anat. Ber. **1933/1934**, 349. — *Miflet*, zit. durch *Ehlert*. — *Mixter*, zit. durch *Joranson*. — *v. Moschcowitz, A.*, Ann. Surg. **52**, 834 (1910). — *Pellanda, Ch.*, Internat. Mschr. Anat. u. Physiol. **1903**, 240. — *Piqué, R., G. Worms*, J. de l'Anat. **45**, 51 (1909). — *Pratje, A.*, Z. Anat. **1929**, 467. — *de Quervain, F.*, Dtsch. Z. Chir. **1901**, H. 61, 272. — *Sappey*, zit. durch *Piqué*. — *Schweizer, R.*, Z. Anat. I, **89**, 775. — *Spighelius, Adrianus*, De Humani corporis Fabrica **1627**, Lib. VIII, 76. — *Stämmler, M.*, Virchows Arch. **245**, 304 (1923). — *Surraco, Louis A.*, J. d'Urol. **44**, 311 (1937). — *Testut, L.*, Traité d'anatomie humaine **1894**, T. III. — *Volkmann*, zit. durch *Kocher*. — *Wangensteen*, zit. durch *Joranson*. — *Young, Will. C.*, Z. Zellforsch. **17**, 729 (1933).